



El uso del ferrocemento en la construcción civil. Experiencia cubana

The Use of Ferrocement in Civil Construction: The Cuban Experience

Hugo Wainshtok Rivas, Yenliu Lizazo Hernández

RESUMEN: Desde principios de la década del 70 el autor se motivó por la utilización del ferrocemento en la construcción civil en Cuba a partir de conocer su uso por profesionales de Brasil y Canadá. Como resultado de esto se vinculó como proyectista o asesor en la gran mayoría de las obras realizadas con este material en el país. Con una experiencia de más de cuarenta años y numerosas publicaciones sobre el tema, el autor analiza en este trabajo las aplicaciones del ferrocemento y sus resultados en construcciones tan diferentes como embarcaciones, mobiliario urbano, viviendas, depósitos, piscinas y otras que hacen de Cuba uno de los países de mayor desarrollo y aplicación de esta tecnología en América.

PALABRAS CLAVE: ferrocemento, piscinas, embarcaciones, depósitos, viviendas.

ABSTRACT: Since the beginning of 1970s, the author has been involved in the use of Ferrocement for the civil construction in Cuba. He learned much by studying the work of engineers from Brazil and Canada. He has also worked as a planner or an adviser in the field of building construction throughout Cuba. With more than 40 years of experience, and several monographs and books published, the author describes in this paper the application and its results in different types of buildings like vessels, urban works, monuments, houses, tanks, swimming pools and others, which placed Cuba as one of the countries with larger use and development of ferrocement.

KEYWORDS: ferrocement, swimming pools, vessels, tanks, houses.

Introducción

Aún cuando en la década del 40 del siglo XX se construyeron pequeños depósitos de agua utilizando una matriz de mortero de cemento hidráulico (arena, cemento, agua) y telas de mallas de acero, los materiales clásicos del ferrocemento (figura 1), no fue hasta la década del 60 en que se conoció en Cuba su aplicación en la construcción de embarcaciones por el ingeniero-arquitecto italiano, Pier Luigi Nervi reinventor del ferrocemento en 1943. Este material ya había sido patentado por el francés Jean Lambot bajo el nombre de Ferciment en 1848 y utilizado también con este propósito en Nueva Zelandia y Canadá. Por lo cual, dadas las necesidades crecientes de Cuba y la no existencia de madera adecuada, ni experiencia en la construcción de barcos de acero, así como una industria metalúrgica que pudiera garantizar este material, se decidió construir por la Empresa de Astilleros Victoria de Girón, un barco de pesca utilizando el ferrocemento (figura 1).

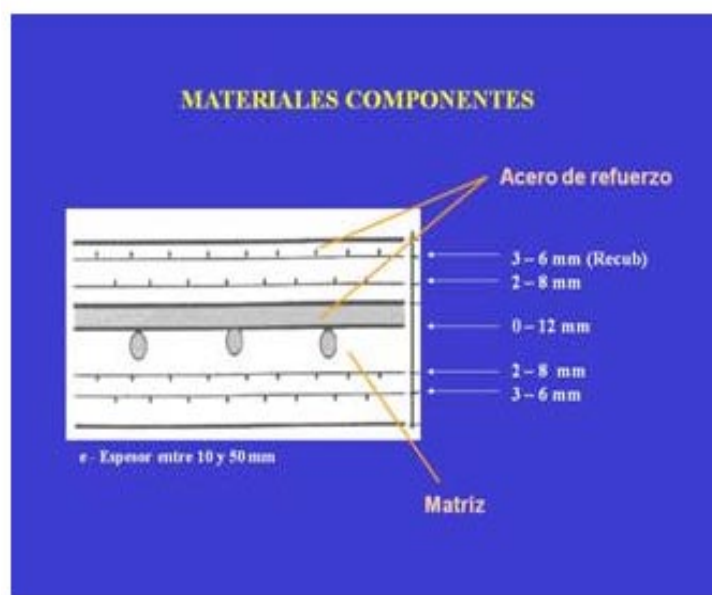


Figura 1: Materiales componentes del ferrocemento

Uso del ferrocemento en la construcción civil en Cuba

La construcción y prueba de los primeros prototipos de barcos de pesca y las investigaciones realizadas por el autor en el Centro de Investigación de Materiales y Técnicas Constructivas (CIMTEC) de la antigua Facultad de Tecnología de la Universidad de La Habana (UH) actual CECAT del ISPJAE, que concluyeron en 1972 con el ensayo a escala natural del casco de un barco, permitieron dar el visto bueno a la ejecución a gran escala de barcos de pesca construidos con este material en el país. Ya en 1974 se construían en Cuba barcos

escameros, langosteros y boniteros para la pesca y para el transporte de pasajeros y la recreación, creándose una industria que llegó a satisfacer la demanda nacional. (figuras. 2, 3 y 4). A partir de ese mismo año, se dejaron de producir en Cuba barcos de pesca construidos de madera.



Figura 2: Barcos de pesca.



Figura 3: Barcos de pasajeros.



Figura 4: Barcos de recreación, (yate deportivo, Cuba).

En 1975 se construyó en el Centro de Investigación y Experimentación de la Construcción (CIEC), dirigido por el Arq. Enrique D'Jhon con la participación del autor, la mayor embarcación construida en Cuba de hormigón armado y ferrocemento, una patana (barcaza) de 30.m de eslora con un peso propio de 250 toneladas que cargaba sobre cubierta 400, relación comparable con las de acero. Esta patana construida mediante la prefabricación de 10 segmentos de 3.m unidos posteriormente mediante el pretensado, demostró la potencialidad del uso del ferrocemento y el hormigón en obras de este tipo. Esta valiosa experiencia se

está retomando actualmente en el CECAT para su implementación (figura 5). Sin embargo, no fue hasta la década del 80 en que tuvo lugar en Cuba un mayor auge en la construcción de obras con ferrocemento.



Figura 5: Barcaza prefabricada para cargas en cubiertas.

En 1982 bajo la dirección del hoy general de brigada Roberto Valdés, comenzó la construcción del parque Baconao, en la cercanía de Santiago de Cuba. En dicho parque ocupa un lugar importante el Valle de la Prehistoria, donde utilizando el ferrocemento, el escultor Dagoberto Moreno realizó a escala natural esculturas de los más significativos animales de la prehistoria. Estas grandes figuras de animales y el gigantesco hombre de la prehistoria, de más de 9 m de altura que las preside, han convertido a este lugar en una atracción turística y educativa de primer nivel. (figuras 6 y 7). Otras obras y figuras de múltiples objetos, fueron construidas también en el parque, que se convirtió desde entonces en ejemplo de lo que podría realizarse con este nuevo material (figura 8). En el parque se levantó también el pueblo Laguna de Baconao para los pescadores de la zona que vivían en condiciones deplorables., siendo el primero construido con viviendas formadas por paneles prefabricados de ferrocemento. Las viviendas se ejecutaron a partir del prototipo realizado bajo la asesoría del autor en Puerto Boniato, la que actualmente se utiliza como sede del museo del ferrocemento (figura. 9).



Figura 6: Parque Baconao, figuras de animales prehistóricos.



Figura 7: Parque Baconao, hombre de la prehistoria.



Figura 8: Parque Baconao, simulación de rocas.



Figura 9: Primeras viviendas de ferrocemento en Cuba, pueblo Baconao, Santiago de Cuba.

La fabricación de paneles prefabricados de ferrocemento para la construcción de viviendas se fue tecnificando cada vez más. De la producción con moldes fijos como los utilizados en Santiago, Guantánamo y Granma, se pasó a la utilización de moldes portátiles de acero donde se vibraba el mortero a través de una mesa vibradora al igual que en La Habana y Cienfuegos. En Camagüey y Pinar del Río se logró un proceso industrial que permitió mejorar notablemente la calidad de las obras. El pueblo de Minas 1 en el Sopapo, Escambray, son ejemplos de la calidad lograda (figuras 10 y 11).



Figura 10: Biplantas prefabricadas, Pinar del Río Cuba.



Figura 11: Pueblo Minas 1, vista parcial Cienfuegos, Cuba.

En la década del 90 se desarrolló en el CECAT, por el arquitecto Emilio Escobar Loret de Mola y el autor, el Sistema de edificios residenciales de ferrocemento (SERF) el que establecía y modulaba los paneles a utilizar en paredes, entrepisos y cubiertas para la construcción de edificios. Igualmente se desarrolló la tecnología PRELAB, a partir de una máquina vibro-compactadora deslizante que garantizaba una mayor calidad y productividad en la producción de paneles. Esta tecnología diseñada por el Dr. Ing. Sergio Marrero con la participación del autor, al presentar innumerables ventajas permitió su exportación a otros países. Las nuevas viviendas construidas en el país desde entonces se realizaron con este sistema, empleado en San Luis, provincia de Santiago de Cuba y en ciudad de La Habana (figuras 12 y 13).



Figura 12: Edificio biplantas en San Luis, Santiago de Cuba.



Figura 13: Edificio con entrepiso y cubierta de ferrocemento, Cujae, La Habana.

En 1983 se construyó en Villa Loma, Playa de Jibacoa, la primera piscina de ferrocemento en nuestro país, proyectada por el autor y construida por la Empresa de Playas del Este de La Habana. Esta piscina de 25 X 12,5 m en planta y profundidad variable de 0,60 a 1,80 m, constituyó un buen ejemplo del uso del ferrocemento en este tipo de obras. A partir de ese momento decenas de piscinas se han construido en el país, con diferentes formas y procesos constructivos que dan fe de la versatilidad y posibilidades del ferrocemento. Piscinas de forma rectangular como las de Jibacoa, Camarioca y la Olímpica de la Universidad Agraria de Mayabeque (UAM) o de forma irregular como las de los hoteles Punta Hicacos y Pasacaballos, en Varadero y Cienfuegos respectivamente, se han construido sin dificultad. Igualmente prefabricadas, las de la parthotel Las Terrazas en Santa María u hormigonadas en el lugar como la del hotel Paradiso en Varadero son buenos ejemplos de su aplicación en Cuba, lo que llevó a comentar al Arquitecto Joao Figueiras Lima, famoso arquitecto brasileño y al

ingeniero Lafael Petroni de la Universidad de Sao Paulo (USP) introductor del ferrocemento en dicho país, que se podía hablar de una escuela cubana para la fabricación de piscinas de ferrocemento (figuras 14, 15, 16 y 17). En todos los casos se han utilizado láminas de 2-3 cm de espesor para el fondo y las paredes en piscinas de más de 2 m de profundidad o con espejos de agua de 2 000 m², dando lugar a costos 4 y 5 veces menores que las construida de hormigón armado.

En la década de los años 50 del siglo XX, pequeños depósitos circulares con la misma estructura del ferrocemento se construían en el país. Actualmente depósitos pequeños semi-prefabricados, de forma cuadrada, se construyen en el reparto Eléctrico de



Figura 14: Jibacoa, primera piscina de ferrocemento en Cuba.



Figura 15: Piscina del Aparthotel Las Terrazas, UAM, y hotel Pasacaballos.



Figura 16: Piscina del Aparthotel Las Terrazas en construcción.



Figura 17: Piscina en construcción hotel Paradiso, Varadero.

ciudad de La Habana para sustituir los circulares de asbesto cemento. En la ciudad de Santa Clara depósitos de 10 m³ de capacidad se han construido proyectados por el Dr. Ing. Fernando Martirena de la Universidad de Las Villas. En Guantánamo el ingeniero Miguel Moreno proyectó un depósito prefabricado de 3 000 m³. Por otro lado, el Ministerio del Azúcar bajo la asesoría del autor está reconstruyendo los tanques de acero de 500 o más m³, con una capa de ferrocemento construida en su interior mediante la proyección del mortero, con buenos resultados (figuras 18 y 19).

Otras obras de significativa importancia también se han construido con ferrocemento en nuestro país como la cubierta de la terminal de protocolo del aeropuerto Antonio Maceo en Santiago de Cuba; proyectada por el arquitecto Antonio Choy. También fuentes de agua y cascadas en Manzanillo, Las Tunas y Santiago; monumentos como el del general Antonio Maceo



Figura 18: Depósito prefabricado de 3 000 m³ en Guantánamo.



Figura 19: Depósito de pequeña capacidad.

en el Cacahual, el del cangrejo símbolo de la ciudad de Cárdenas; cabinas sanitarias prefabricadas para edificios altos, entre otras (figuras 20, 21 y 22).



Figura 20: Terminal de protocolo aeropuerto Antonio Maceo en Santiago de Cuba.



Figura 21: Cangrejo construido por trabajadores del Astillero de Cárdenas.



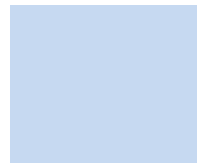
Figura 22: Cabina prefabricada, Centro Técnico de la Vivienda y el Urbanismo (CTVU), Ciudad de La Habana.

Conclusiones

Como puede apreciarse el ferrocemento ha tenido un amplio uso en la construcción civil en Cuba, pudiendo afirmarse que constituye una alternativa importante, apropiada y sostenible a tener en cuenta en los tipos de obras señalados para países en vías de desarrollo, y en general para las que por su forma resulte muy difícil y costosa construir en hormigón armado. El desarrollo del ferrocemento en Cuba ha permitido que la Sociedad Internacional del Ferrocemento haya otorgado a nuestro país, la organización de dos Simposios Internacionales del Ferrocemento, el primero el FERRO 4 efectuado en octubre de 1991 y el segundo, el FERRO 10 en octubre del 2012.



Hugo Wainshtok Rivas,
Doctor ingeniero Profesor de Mérito,
Centro de Estudios de Construcción y
Arquitectura Tropical (CECAT). Instituto
Superior Politécnico José Antonio
Echevarría, Marianao, La Habana, Cuba.
E-mail hugow@tesla.cujae.edu.cu



Yenliu Lizazo Hernández,
Ingeniero profesor Asistente, CECAT,
Instituto Superior Politécnico José Antonio
Echevarría, Marianao, La Habana, Cuba.
E-mail yenliu@civil.cujae.edu.cu